Tra reale e virtuale: il medievale castello di Mussomeli

Giuseppe Di Gregorio

Abstract

Il castello di Mussomeli (CL) è uno dei più suggestivi dell'entroterra della Sicilia per la sua posizione arroccata e dominante su una vasta area di territorio circostante. Meta turistica ambita da molti visitatori, appartiene a quella categoria di castelli spontanei, in cui la situazione orografica della rocca diviene l'occasione difensiva per collocare singoli ambienti progettati, complessivamente disarticolati, ma organicamente inseriti nell'orografia. L'impianto ci restituisce un'immagine significativa di come fosse un'architettura militare del XIII secolo, per il controllo del territorio. In occasione di un progetto finanziato dalla regione per produrre realtà virtuale (VR) e aumentata (AR) tramite visori e VR Cave, finalizzata alla valorizzazione del territorio, sono stati prodotti modelli tridimensionali tramite sensori attivi lidar e passivi con drone e camere digitali. L'occasione è stata duplice: produrre modelli di realtà virtuale e modelli di studio. Il lavoro si è intersecato con diverse discipline, spaziando dall'area della scienza dell'informazione a quella storica, nonché alla fisica delle particelle per indagini negli strati della roccia. In quest'approccio pluridisciplinare il disegno e la rappresentazione conservano il ruolo di centralità per la verifica e le analisi in molteplici aspetti. Nel presente lavoro si danno i risultati fin qui raggiunti nel primo anno di lavoro.

Parole chiave
Rilievo digitale, laser scanner, SFM, VR/AR

Topic
Sperimentare

Il castello di Mussomeli (Immagine dell'autore).

doi.org/10.3280/oa-832-c147

Introduzione: un immaginario universo di immagini

Non costituisce meraviglia che viviamo immersi in un mondo di immagini, ma è sempre un motivo di rinnovata riflessione. La differenza del sapiens sin dal suo esordio è l'avere creato concetti astratti, di immaginare, cioè di aggiungere al reale un mondo virtuale, lo si potrebbe definire uomo immaginifico, "è relativamente facile concordare sul fatto che solo Homo sapiens può parlare di cose che non esistono veramente e mettersi in testa storie impossibili" [Harari 2017]. Sin dai primordi l'uomo ha trovato più rapido ed efficace comunicare tramite immagini, i primi tentativi di scrittura fonetica sono caduti in disuso rapidamente e quando sono stati riscoperti sono rimasti indecifrati per diversi secoli. Diverso il discorso delle forme grafiche: pittogrammi e ideogrammi hanno consentito una più rapida decifrazione, oltre una fascinazione immediata. Nel saggio "le scritture scomparse" J. Friedrich afferma che: "Sui segni grafici egiziani occorre dire in primo luogo che la scrittura pittografica, è innanzi tutto la scrittura usata sui monumenti, su cui essa viene in particolar modo notata da uno straniero" [Friedrich 1989]. Un'affermazione interessante che esprime la volontà di una civiltà di assegnare al linguaggio grafico messaggi e comunicazioni da tramandare, piuttosto che alla scrittura su papiro. Poco più avanti lo stesso autore afferma: "è sufficiente quindi che noi, per il successivo esame dell'intima struttura della scrittura egiziana, prendiamo per base le plastiche forme dei ieroglifici che più colpiscono per l'immediatezza delle raffigurazioni" [Friedrich 1989]. In contrapposizione alle scomparse scritture cuneiformi dell'Asia minore, rimane innegabile il ruolo del segno grafico come un riconosciuto linguaggio universale che ha attraversato il tempo. I mosaici delle ville romane tardo antiche vennero realizzati per catturare l'attenzione degli ospiti, più efficaci che un'iscrizione incisa sul marmo, ancora oggi assolvono al loro ruolo di efficace impatto visivo sui visitatori. La veicolazione di importanti messaggi nella storia dell'uomo è avvenuta sempre tramite immagini: "Mi riferisco alla possente esigenza da parte della chiesa, dopo aver sconfitto l'iconoclastia nel IX secolo, di sviluppare un articolato sistema di immagini atto a rendere il suo credo più intellegibile e pertanto più accessibile, a una vasta massa di credenti reali o potenziali, sprovvisti della possibilità di leggere i testi sacri" [Maldonado 2015]. Pittogrammi, rappresentazioni musive, rappresentazioni sacre: espressive rappresentazioni, talvolta di narrazioni virtuali, talvolta di narrazioni fantastiche. La rappresentazione del virtuale è sempre esistita, quella di cui parliamo oggi è l'estensione digitale.
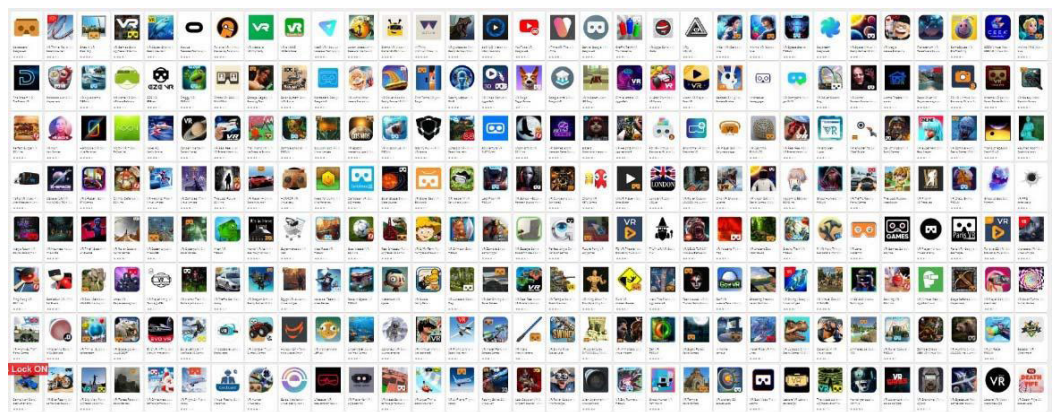
Fig. 01. Le app di realtà virtuale presenti nello store di Google Play (Immagine dell'autore).

Il progetto 3DLAB Sicilia: divulgazione dei beni culturali attraverso VR/AR

La disponibilità, sempre crescente e sempre più economica, di sensori attivi e passivi, lidar e digitali da una parte, e di visori con dispositivi indossabili per la fruizione di ambienti ad alta immersività dall'altra, ha reso possibile l'esplosione di un vero e proprio mercato di VR e di AR. Nel 2020, l'impatto economico di questo settore ha raggiunto una cifra che si aggira intorno ai 29,5 miliardi di dollari, nel 2017 il valore era pari a 2,4 miliardi di dollari e nel 2016

si contavano 1,7 miliardi di dollari. Applicazioni VR/AR sono sempre più diffuse e numerose in molti campi, non meraviglia quindi che laboratori VR/AR di visualizzazione avanzata siano in continua creazione e sviluppo, sia in ambiente accademico che industriale. Sull'app-store di google play si trovano circa 249 applicazioni di realtà virtuale (fig. 01), di cui la prima vanta oltre due milioni di download. In questa forte richiesta di contenuti di VR/AR si colloca il progetto 3DLAB Sicilia, con lo sviluppo di modelli VR/AR dei beni culturali di diversi comuni partner, tra cui siti o beni culturali già censiti dall'UNESCO. Il *work package* UNESCO-VR di 3DLab Sicilia vede impegnati alcuni ricercatori dell'area della rappresentazione dell'Università degli Studi di Catania per sviluppare contenuti di realtà immersiva. Il dataset è abbastanza ampio, prevedendo siti archeologici del periodo protostorico, di quello bizantino, architetture religiose, siti di archeologia industriale del XVII secolo, architetture militari, tra cui il castello di Vizzini (CT), già ex carcere borbonico e il castello di Mussomeli. Obiettivo del progetto è la creazione di modelli virtuali navigabili tramite *cardbord*, visori, ed esperienze immersive con VR cave a tre pareti, realizzate nell'ambito dello stesso progetto. Infine, il progetto 3DLab-Sicilia intende anche validare e dimostrare alcune apparecchiature sperimentali robotizzate e le sinergie dell'infrastruttura con una serie di *use case* in modo di federare la propria infrastruttura con quella europea di Visionair, al fine di definire modelli di gestione e di sostenibilità dopo la fine del progetto. La rete Visionair [1] finanziata dalla Commissione Europea ha avuto come obiettivo la creazione di una rete continentale con più di 20 centri di VR e visualizzazione 3D e di validarla con circa 200 applicazioni e progetti selezionati mediante procedure competitive.

Fig. 02. Il Castello di Mussomeli, il rapporto con la rocca. (Immagine dell'autore).

L'importanza della diffusione della conoscenza del patrimonio culturale era già stata espressa con la convenzione di Faro del 2005, recepita dall'Italia solo nel 2020. Si condivide quanto espresso dall'ICOM [2] a riguardo della Convenzione di Faro che *si fonda sul presupposto che la conoscenza e l'uso dell'eredità culturale rientrino pienamente fra i diritti umani, ed in particolare nell'ambito del diritto dell'individuo a prendere liberamente parte alla vita culturale della comunità e a godere delle arti*.
L'attività avviata si prefigge, oltre le finalità insite nel progetto, di sensibilizzare gli enti preposti ai siti museali e le amministrazioni comunali per attivare in diverse modalità iniziative per la valorizzazione del territorio e la divulgazione della cultura artistica e storica.

Si può parlare a pieno titolo di un progetto pilota per la regione, poiché ulteriori coinvolgimenti delle amministrazioni locali sono reali e in corso, resi possibili tramite sotto-bandi finanziati all'interno del progetto in corso. Il ruolo della rappresentazione rimane centrale nel controllo di contenuti e sperimentazioni di questa nuova frontiera. Ruolo che interviene in tutte le fasi, dalla acquisizione dei dati, alle modalità di elaborazione, fino al risultato visivo.

Brevi cenni storici

La sua fondazione è ipotizzata nella prima metà del XIV secolo, successiva alla concessione con privilegio reale ottenuta da Manfredi III Chiaramonte, per i territori di Castronovo e Mussomeli. Al primo impianto apparterebbero le sale a sud-ovest e la cappella [Spatrisano 1972], alla seconda parte del secolo è riconosciuta la fondazione storica del castello che avrebbe inglobato strutture precedenti [Armò 1911]. Nel XIV secolo il castello passa al demanio e nel 1392 Mussomeli è assegnata a Guglielmo Raimondo Moncada, quindi seguono alterne vicende e si arriva ad un periodo di stabilità con la titolarità della famiglia Lanza che lo detiene tra il XVI e il XX secolo. Sappiamo che appartiene al XV secolo l'ampliamento con la sala dei baroni e gli ambienti adiacenti [Armò 1911], mentre durante il XVIII secolo il castello è in rovina [Amico 1855]. È interessante la constatazione di Salinas che osserva come in questo castello non si notino restauri o pretesi abbellimenti di epoche più moderne [Salinas 1883]. Quest'ultimo è l'assunto più rilevante che ci informa che quest'architettura militare è rimasta incontaminata da rimaneggiamenti, consegnandoci lo stesso aspetto degli ultimi cinque secoli (fig. 02). Il castello si compone di una cinta esterna che ingloba le scuderie, di una cinta più interna in posizione più elevata, di cui fanno parte la corte, la sala dei baroni, le sale sveve, la cappella, il mastio. Al livello inferiore sotto la sala dei baroni è collocata la sala d'armi con le annesse prigioni e il sistema delle cisterne (fig. 03).
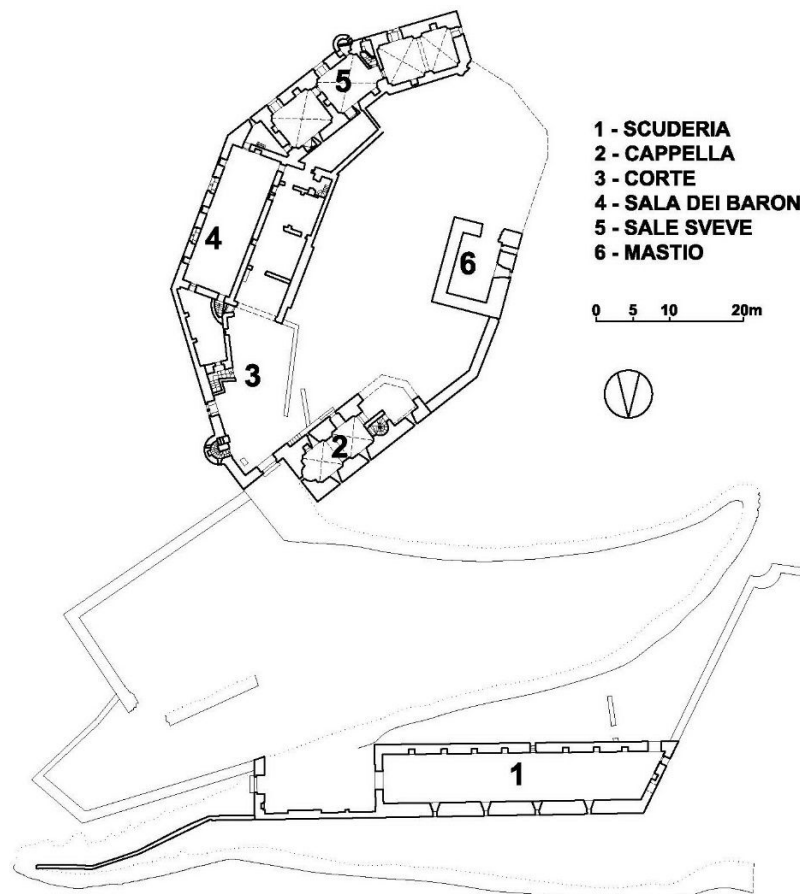
Fig. 03. Il castello di Mussomeli, pianta dei piani terra a quote differenti dei vari ambienti (Immagine dell'autore).

Le procedure di acquisizione e post processamento

L'acquisizione dei dati del castello è avvenuta attraverso laser scanner 3D, fotogrammetria multimmagine (SFM), camera digitale fullframe, un drone Autel Evo Pro 2 e una fotocamera a luce strutturata 3D Matterport Pro2. Gli obiettivi di VR e AR sono stati finalizzati ad una qualità visiva uniforme, ma le differenze di scale coniugate ai dettagli [Barbera 2022], non sempre hanno consentito di utilizzare procedure di elaborazioni comuni. Le oltre 240 scansioni ad oggi acquisite con la notevole mole di dati ha costituito un ostacolo in cui andava risolto il rapporto tra qualità e snellezza del modello. Il laser scanner utilizzato è un Faro Focus Cam2 350 plus, l'acquisizione è avvenuta con un numero di stazioni sovrabbondanti per ricoprire ogni parte. Sono state utilizzate sfere riflettenti per gli interni e per gli esterni per garantire l'unione automatica con il software Faro Scene, per la corte l'unione è stata migliorata con dei punti topografici utilizzando un GPS/GNSS GeoMax serie Zenith 16. Sono state acquisite due grandi cisterne naturali sotterranee mai rilevate per le difficoltà di accesso, posizionate sotto gli ambienti della corte, in una di esse è stata rinvenuta una volta a botte [3]. La registrazione con le altre nuvole di punti registrazione è stata rigorosamente manuale per le difficoltà di trovare punti in comune con le altre nuvole di punti. Gli errori complessivi sono stati contenuti entro i 16 mm per gli esterni e al di sotto dei 3 mm per gli interni. Gli obiettivi del progetto sono due: quello prioritario riguarda la creazione di contenuti di VR e AI a partire da modelli 3D, il secondo è destinato a contenuti scientifici e di ricerca. I dati di scansioni acquisiti per le nuvole tentano di coniugare i due percorsi sebbene i contenuti finalizzati alla ricerca richiedano nuvole di punti con maggiore intensificazione in cui si apprezzino i dettagli. Sarebbe innegabile l'utilizzo di processamenti di segmentazione o decimazione. Ma le attuali procedure di decimazione automatica, in cui non è previsto l'intervento umano, non possono essere sempre accettate per i modelli VR di architettura storica, dove anche un singolo dettaglio può avere una valenza particolare. Il problema è particolarmente sentito nei visori indossabili quali *oculus* e *cardbord*. Come riferimento sull'argomento valgono i lavori: "Segmentazione semantica della nuvola di punti utilizzando un framework di deep learning per il patrimonio culturale" [Pierdicca et al. 2020], ma anche altri lavori hanno mostrato la
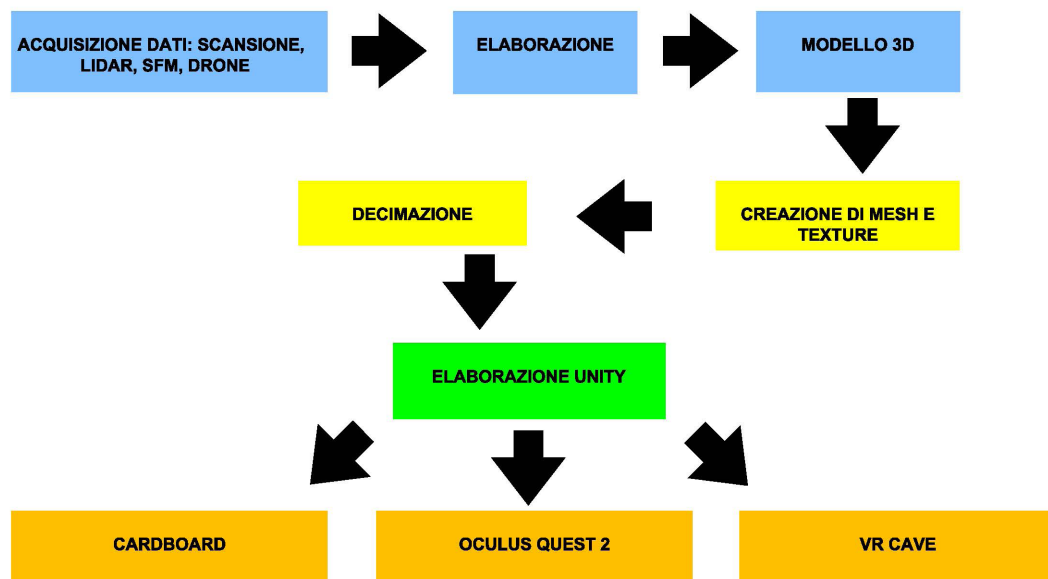
Fig. 04. Pipeline

complessità del problema [Matrone, Lingua 2021], maggiormente sentito per quelle architetture con notevoli livelli di dettaglio quali quelle religiose. Il risultato visivo legato alla qualità dei dettagli nella realtà virtuale va quindi in conflitto con la mole di dati. Procedure automatiche non risolvono il problema della diversa concentrazione dei punti nelle zone con maggiori dettagli [Griffiths, Boehm 2019]. Il problema è meno sentito nelle VR CAVE, dove la fluidità è compensata dalla potenza di calcolo delle Workstation. Non potendo trovare una facile soluzione, si è proceduto scomponendo le parti del castello: la cappella, la sala d'armi, la sala dei baroni, la corte, etc. Il riferimento è stato quello dei video-games dove viene caricato in memoria un ambiente per volta e per quanto possibile si è trovata una pipeline comune (fig. 04).

Fig. 05. Scansione del lato d'ingresso con il portale d'accesso e a sinistra quello della cappella a sesto acuto (Immagine dell'autore).
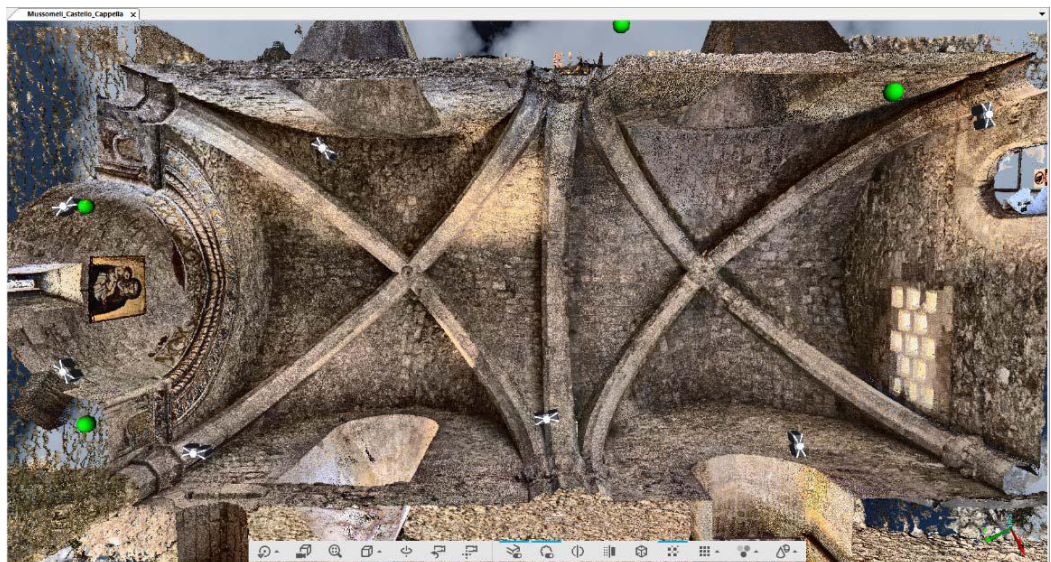
Fig. 06. Scansione della volta della cappella con la doppia crociera (Immagine dell'autore).

I modelli immersivi di VR

Sono stati sviluppati i modelli dei diversi ambienti a partire dai dati acquisiti. Tra questi la cappella con la sua volta a doppia crociera (figg. 05, 07), la parte nobile che comprende la sala dei baroni e le sale sveve (fig. 08, 09). Di questa parte è stata sviluppata anche una elaborazione

di una sala sveva con la camera a luce strutturata Matterport Pro 2 (fig. 10), un'altra elaborazione dell'intero gruppo di ambienti è stata sviluppata da uno dei partner del progetto. Dell'intero sito sono stati elaborati diversi modelli SFM a partire dalle foto con il drone, gli applicativi utilizzati sono stati Zephyr e Metashape (figg. 11, 12). Per i modelli immersivi come motore di sviluppo è stato utilizzato Unity3D per la sua migliore interazione a gestire i cosiddetti asset. I modelli 3D sono stati implementati per un utilizzo finalizzato a visori mobili e ad una VR CAVE [3]. Sono stati affrontati alcuni aspetti in maniera rigorosa, come ad esempio la differenza di scala tra l'ambiente confinato della VR-CAVE e la riproduzione dell'ambiente reale, nonché la gestione dei movimenti dell'utente all'interno dell'ambiente virtuale. La questione viene risolta tramite l'implementazione dei *trigger point*, collocati in diverse posizioni dello spazio e utilizzati come artificio per il teletrasporto. È stata gestita l'ottimizzazione dei vari elementi quali le luci e le ombre che sono state precompilate e risolte in modo tale da rendere possibile l'utilizzo dell'applicazione anche con gli smartphone di capacità computazionali limitate, consentendo un'esperienza fluida ad un maggior numero di utenti. Per quanto riguarda la complessità computazionale del sistema è noto che essa dipende dalla risoluzione delle texture, la cui scelta fornisce una navigazione ottimale cioè fluida, ma non può prescindere da un buon livello di dettaglio. Inoltre, fornire un'esperienza di
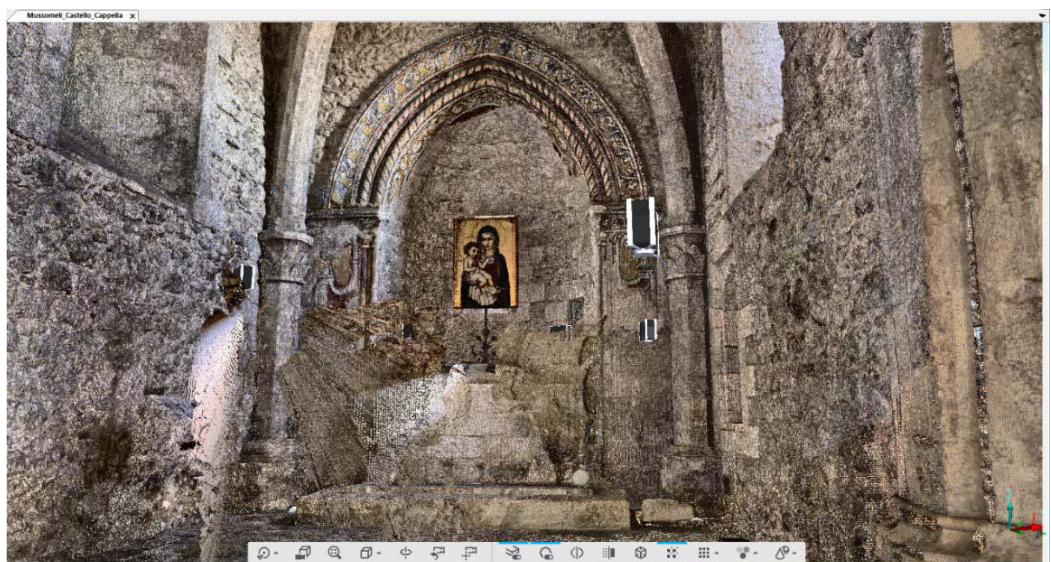
Fig. 07. Scansione dell'abside della cappella (Immagine dell'autore).
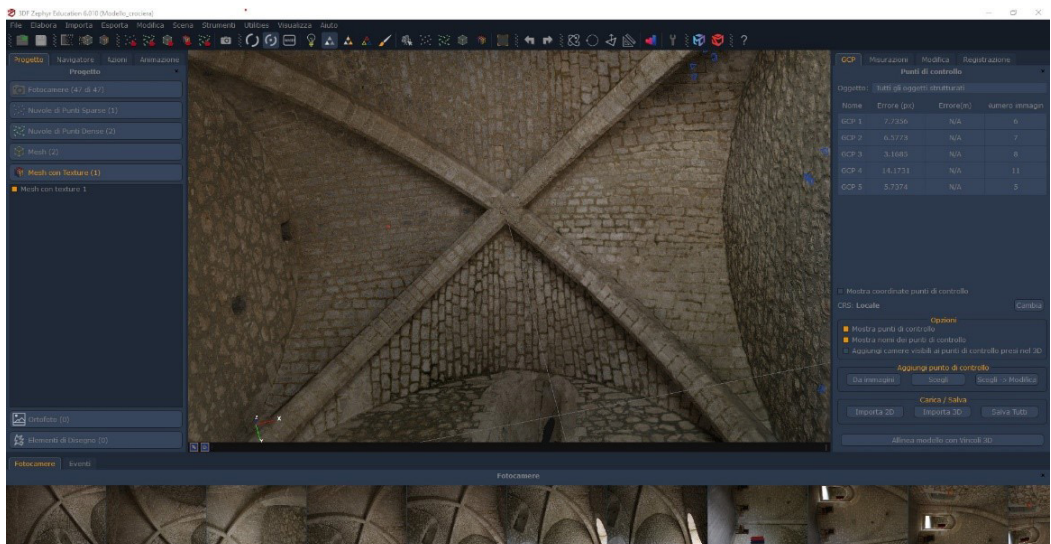
Fig. 08. Modellazione 3D di nuvola laser e SFM con texture per VR, della volta a crociera di una camera della parte nobile del castello

alto livello evita all'utente di imbattersi nelle riconosciute problematiche della VR, quali la *sickness* o *cybersickness*, ovvero le sensazioni di stordimento, disorientamento o malessere causati dal ritardo nella latenza. Questo ritardo può produrre una dissonanza tra i movimenti del corpo e le azioni in ambiente virtuale, generando un senso di disorientamento. Più in generale un conflitto tra i segnali trasmessi dai diversi sistemi sensoriali e la loro incongruenza rispetto al sistema nervoso centrale crea difficoltà percettive, è quindi innegabile la qualità del modello. Ne scaturisce la centralità del controllo complessivo della qualità della rappresentazione. Per l'Oculus Quest2, sono stati utilizzati diversi plug-in per includere funzioni di controllo del movimento dell'utente all'interno dell'ambiente e gestire le interazioni con altri oggetti.
Lo sviluppo dell'applicazione VR per la CAVE è stato finalizzato a una CAVE a 3 pareti. La gestione e la sincronizzazione avvengono tramite due workstation. I componenti delle workstation consentono di sincronizzare la posizione dell'individuo e gli oggetti virtuali nella CAVE. Per la gestione in tempo reale dei controlli e della posizione è stato utilizzato il plug-in UVRPN, che semplifica la gestione dei dati di tracciamento inviati dai dispositivi indossati e acquisiti attraverso la tecnologia VRPN. Per quanto riguarda l'ottimizzazione dei modelli, l'utilizzo di hardware dedicato ha reso possibile scegliere una risoluzione della trama del modello 3D più alta rispetto a quella dei sistemi per Oculus e Smartphone. Tra le varie ottimizzazioni, il rendering delle luci e delle ombre viene calcolato in tempo reale [Barbera et al. 2022].

Fig. 09. Spaccato della scansione lungo la corte, della sala dei baroni con la sottostante sala d'armi, delle sale sveve con le crociere. (Immagine dell'autore).

Fig. 10. Immagini in sequenza ricavate dal modello 3D della camera Matterport (Immagine dell'autore).

Conclusioni

Nel presente lavoro sono stati mostrati, alcuni dei risultati [4] del primo anno del progetto 3DLAB-Sicilia del castello di Mussomeli. Nel sito del progetto [5] sono consultabili le parti già definite e a breve quelle in corso di definizione per i modelli 3D per le applicazioni di VR e AI. Sono in corso di definizione degli studi per la modulazione geometrica delle parti coperte e attraverso applicazioni di AI la possibilità di avvicinare il pubblico, gli studiosi e gli studenti alle tematiche di riconoscimento delle ipotesi progettuali, compositive, geometriche tipiche del settore del disegno. La molteplicità dei processi: fotogrammetrici terrestri, da drone, delle nuvole di punti e delle applicazioni con la camera Matterport pro 2 saranno oggetto di prossime comunicazioni e di un lavoro mirato. L'esperienza finora acquisita è stata oggetto di alcune riflessioni.
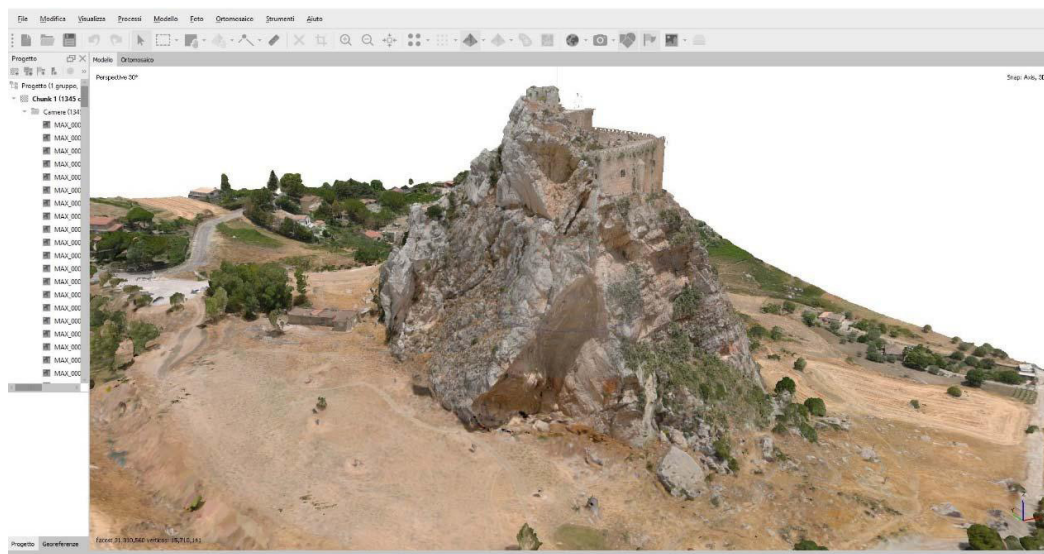
Fig. 11. Modello SFM da drone elaborato con Metashape (Immagine dell'autore).

Fig. 12. Modello SFM da drone elaborato con Zephyr (Immagine dell'autore).

Riguardo l'adeguatezza delle tecnologie si è verificato che per una conoscenza speditiva, rivolta ad un pubblico più ampio, i modelli elaborati con il sistema Matterport risultano efficaci e comunicano la spazialità in modo eccellente, con tempi di acquisizione rapidi. L'unica pecca per gli esterni è la difficoltà ad operare in presenza di luce solare, e la discretizzazione del modello limitato ai punti stazione. I modelli con laser scanner 3D finalizzati alla VR presentano maggiore fluidità e continuità, ma sicuramente più complessi nei tempi di processamento, finalizzati per il loro dettaglio e precisione ad esperienze più approfondite da parte di studiosi. Per coniugare e risolvere le due problematiche, si sta sviluppando nei modelli del progetto in questione, una modalità mista gestita tramite menù, dove è possibile scegliere accedere ad un percorso rapido o a un percorso con contenuti approfonditi come definizione dei dettagli ognuno interprete dei due sistemi sopra esposti. Sono state analizzate le texture dei due modelli di scansione ed è in corso di studio l'unione delle nuvole di punti generate da matterport con quelle da laser scanner. In una fase storica in cui stanno espandendosi nuovi modelli di diffusione della conoscenza, il settore dei Beni Culturali vive una nuova stagione di iniziative e opportunità. Il ruolo educativo che questo settore imprime alla società è innegabile, sia per le presenti che per le future generazioni.

L'attenzione già richiamata dalla convenzione di Faro del 2005 è sempre attuale, la tecnologia offre un'innegabile opportunità a sostegno della divulgazione, validando la qualità attraverso importanti operazioni come quella di Visionair. Nel fenomeno planetario di divulgazione dei contenuti dei beni culturali intervengono diverse discipline, l'iter di processamento passa attraverso step di verifica e di controllo dei risultati ed è imprescindibile il ruolo dell'area disciplinare della rappresentazione per il controllo di qualità dei risultati visivi e grafici.

Note

[1] http://www.infra-visionair.eu (consultato il 20 febbraio 2022)

[2] https://www.icom-italia.org/litalia-ratifica-la-convenzione-di-faro-sul-patrimonio-culturale/ (consultato il 27 febbraio 2022)

[3] La VR Cave, realizzata nell'ambito del progetto 3DLAB Sicilia, è collocata presso l'Istituto Euro Mediterraneo di Scienza e Tecnologia (IEMEST) di Palermo.

[4] Per i limiti editoriali non è stato possibile mostrare maggiori contenuti del lavoro svolto, delle 240 scansioni e di tutti le parti rilevate.

[5] Il sito del progetto è consultabile all'indirizzo web https://www.3dlab-sicilia.it/it_it/

Ringraziamenti

Questo lavoro è stato sostenuto dal progetto "Creazione di una rete regionale per l'erogazione di servizi innovativi basati su tecnologie avanzate di visualizzazione" (3DLab-Sicilia), n.08CT4669990220, finanziato dal Programma Operativo 2014-2020 del Fondo Europeo di Sviluppo Regionale (FESR) della Regione Siciliana.

Riferimenti bibliografici

Amico, V., (1855). *Dizionario topografico della Sicilia*, tradotto e annotato da Gioacchino di Marzo, vol. 2. Palermo: Tipografia di Pietro Morvillo.

Armò, E., (1911). Il castello di Mussomeli ed i suoi restauri. In *L'Architettura Italiana*, suppl.1, Torino.

Attademo, G. (2021). La rappresentazione dello spazio nei videogiochi. In Arena A. et al. (A cura di) *Connettere un disegno per annodare e tessere. 42°convegno Internazionale dei docenti delle discipline della Rappresentazione, Congresso della Unione Italiana per il Disegno*. Reggio Calabria 16-18 settembre 2021, pp.103-122. Milano: Franco Angeli.

Barbera R., et al. (in corso di stampa). *A Pipeline for the Implementation of Immersive Experience in Cultural Heritage Sites in Sicily. Florence HERI-TECH, The Future of Heritage Science and Technologies, International Conference*, 16-18 May 2022, Firenze (IT).

Friedrich, J. (1989). In Fronzaroli, P. (a cura di) *Le Scritture Scomparse*. Firenze: RCS Sansoni Editore.

Griffiths, D., Boehm, J. (2019). Una rassegna sulle tecniche di deep learning per la classificazione dei dati rilevati in 3D. Open access < https://doi.org/10.3390/rs11121499 > (consultato il 30 gennaio 2022).

Harari, Y.N. (2017), *Sapiens Da animali a dèi Breve storia dell'umanità*, Firenze: Giunti Editore.

Icom < https://www.icom-italia.org/litalia-ratifica-la-convenzione-di-faro-sul-patrimonio-culturale/ > (consultato il 27 febbraio 2022)

Infra Visionair < http://www.infra-visionair.eu > (consultato il 20 febbraio 2022).

Maldonado, T. (2005). *Reale e virtuale*. Milano: Feltrinelli Editore.

Matrone, F., Lingua, A. M. (2021). Tecniche di deep learning per la segmentazione semantica di nuvole di punti del patrimonio architettonico, Asita Academy 2021 < http://atti.asita.it/ASITA2021/Pdf/085.pdf > (consultato il 30 gennaio 2022).

Panofsky, E. (1961). La prospettiva come forma simbolica e altri scritti. Milano: Feltrinelli. [Prima ed. Die Perspektive als "symbolische Form". Leipzig-Berlin 1927].

Pierdicca, R., et al. (2020). Point Cloud Semantic Segmentation Using a Deep Learning Framework for Cultural Heritage. Open access. In *Special Issue "Point Cloud Processing in Remote Sensing"*. <https://doi.org/10.3390/rs12061005 > (consultato il 12 febbraio 2022).

Salinas, A., (1883). Escursioni archeologiche in Sicilia II. Mussomeli e Sutera. In *Archivio Styorico Siciliano*, VIII, pp 129-137

Spatrisano, G., (1972). *Lo Steri di Palermo e l'architettura siciliana del Trecento*, Palermo: Flaccovio Editore.

Autore
Giuseppe Di Gregorio, Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura, Università degli Studi di Catania
giuseppe.digregorio@unict.it

Per citare questo capitolo: Di Gregorio Giuseppe (2022). Tra reale e virtuale: il medievale castello di Mussomeli/Between real and virtual: the medieval castle of Mussomeli. In Battini C., Bistagnino E. (a cura di). *Dialoghi. Visioni e visualità. Testimoniare Comunicare Sperimentare. Atti del 43° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Dialogues. Visions and visuality. Witnessing Communicating Experimenting. Proceedings of the 43rd International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 2344-2363.

Isbn 9788835141938

Between real and virtual: the medieval castle of Mussomeli

Giuseppe Di Gregorio

Abstract

The castle of Mussomeli (CL) is one of the most evocative of the Sicilian hinterland due to its perched and dominant position over a large area of the surrounding area. A popular tourist destination for many visitors, it belongs to that category of spontaneous castles, in which the orographic situation of the fortress becomes the defensive opportunity to place individual designed environments, totally disjointed, but organically inserted in the orography. The plant gives us a significant image of what a 13th century military architecture was like, for controlling the territory. On the occasion of a project funded by the region to produce virtual (VR) and augmented (AR) reality through viewers and VR Caves, aimed at enhancing the territory, three-dimensional models were produced using active lidar and passive sensors with drones and digital cameras. The occasion was twofold: to produce virtual reality models, and study models. The work intersected with different disciplines, ranging from the area of information science to the historical one, as well as particle physics for investigations into the rock layers. In this multidisciplinary approach, design and representation retain the central role for verification and analysis in multiple aspects. In this work the results achieved so far in the first year of work are given.

Keywords
Digital survey, laser scanner, SFM, VR/AR

Topic
Experimenting

The castle of Mussomeli (Image by author).

doi.org/10.3280/oa-832-c147

Introduction: an imaginary universe of images

It is no wonder that we live immersed in a world of images, but it is always a reason for renewed reflection. The difference of the "Homo sapiens", starting from its debut, is the creation of abstract concepts, of imagining, that is, adding a virtual world to reality, one could define him as an imaginative man, "it is relatively easy to agree on the fact that only Homo sapiens can talk about things that don't really exist and come up with impossible stories "[Harari 2017]. Since the beginning, man has found it faster and more effective to communicate through images, the first attempts at phonetic writing quickly fell into disuse and when they were rediscovered they remained undeciphered for some time. The question of graphic forms is different: pictograms and ideograms have allowed a more rapid deciphering, as well as an immediate fascination. In the essay "the disappeared scriptures" J. Friedrich states that: "On Egyptian graphic signs it is necessary to say in the first place that pictographic writing is first of all the writing used on monuments, on which it is especially noticed by a foreigner" [Friedrich 1989]. An interesting statement that expresses the will of a civilization to assign messages and communications to the graphic language to be handed down, rather than to writing on papyrus. A little further on, the same author states: "It is therefore sufficient for us, for the subsequent examination of the intimate structure of Egyptian writing, to take as a basis the plastic forms of the hieroglyphs that are most striking for the immediacy of the representations" [Friedrich 1989]. In contrast to the disappeared cuneiform scripts of Asia Minor, the role of the graphic sign as a recognized universal language that has crossed time remains undeniable. The mosaics of late ancient Roman villas were created to capture the attention of guests, more effective than an inscription engraved on marble, still today they fulfill their role of effective visual impact on visitors. The transmission of important messages in human history has always occurred through images: "I refer to the powerful need on the part of the church, after defeating iconoclasm in the ninth century, to develop an articulated system of images capable of rendering its creed more intelligible and therefore more accessible, to a vast mass of real or potential believers, deprived of the possibility of reading the sacred texts "[Maldonado 2015]. Pictograms, mosaic representations, sacred representations: expressive representations, sometimes of virtual narratives, sometimes of fantastic narratives. The representation of the virtual has always existed, what we are talking about today is the digital extension.
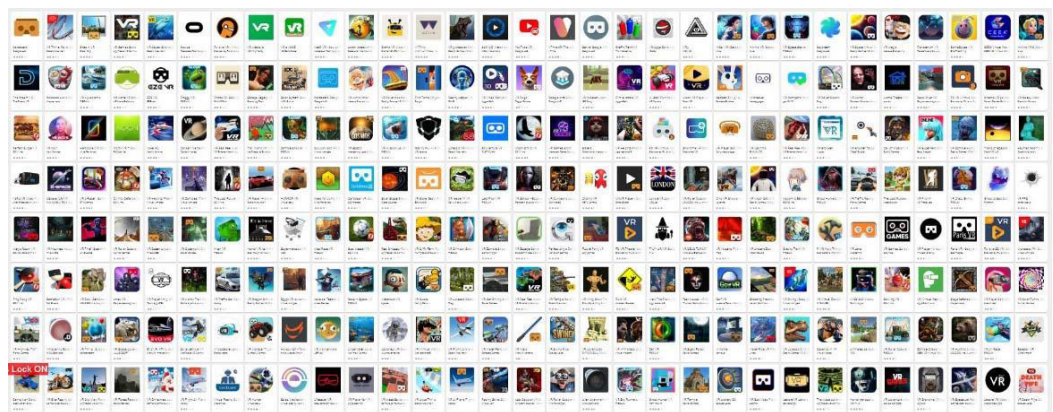
Fig. 01. The virtual reality apps in the google play store (Image by author).

The 3Dlab-Sicily project: dissemination of cultural heritage through VR/AR.

The ever growing and cheaper availability of active and passive sensors, lidar and digital on the one hand, and of viewers with wearable devices for the enjoyment of highly immersive environments on the other, has made it possible to explode a real and its own VR and AR market. In 2020, the economic impact of this sector reached a figure that is around 29.5 billion dol-

lars, in 2017 the value was 2.4 billion dollars, and in 2016 there were 1.7 billion dollars. VR / AR applications are increasingly widespread and numerous in many fields, so it is no wonder that advanced visualization VR / AR laboratories are constantly being created and developed, in both academic and industrial environments. On the google play app store there are about 249 virtual reality applications (fig. 01), of which the first boasts over two million downloads. The 3DLAB Sicily project is part of this strong demand for VR / AR content, with the development of VR / AR models of the cultural assets of various partner municipalities, including sites or cultural assets already registered by UNESCO. The 3DLab Sicily UNESCO-VR work package involves some researchers from the drawing and representation area of the University of Catania to develop immersive reality content. The dataset is quite large, including archaeological sites from the protohistoric and Byzantine periods, religious architecture, industrial archeology sites from the 17th century, military architecture including the castle of Vizzini (CT), formerly a former Bourbon prison and the castle of Mussomeli. The aim of the project is to create virtual models that can be navigated via cardbord, viewers, and immersive experiences with three-walled VR caves, created as part of the same project. Finally, the 3DLab-Sicily project also intends to validate and demonstrate some experimental robotic equipment and the synergies of the infrastructure with a series of use cases in order to federate its infrastructure with the European one of Visionair, in order to define management and sustainability models. after the end of the project. The Visionair network [1] funded by the European Commission aimed to create a continental network with more than 20 VR and 3D visualization centers and to validate it with about 200 applications and projects selected through competitive procedures. The importance of disseminating knowledge of cultural heritage had already been expressed with the 2005 Faro convention, implemented by Italy only in 2020. We agree with what is expressed by ICOM [2] regarding the Faro Convention which *is based on the assumption that the knowledge and use of cultural heritage are fully part of human rights, and in particular in the context of the right of the individual to take part freely in the cultural life of the community and to enjoy the arts*. The activity aims, in addition to the aims inherent in the project, to raise awareness among the bodies in charge of museum sites and municipal administrations to activate in various ways initiatives for the enhancement of the territory and the dissemination of artistic and historical culture. We can fully speak of a pilot project for the region, since further involvement of local administrations is real and ongoing, made possible through sub-calls financed within the current project. The role of drawing and representation remains central in the control of the contents and experiments of this new frontier. Role that intervenes in all phases, from data acquisition, to processing methods up to the visual result.

Fig. 02. The Castle of Mussomeli, the relationship with the fortress (Image by author).
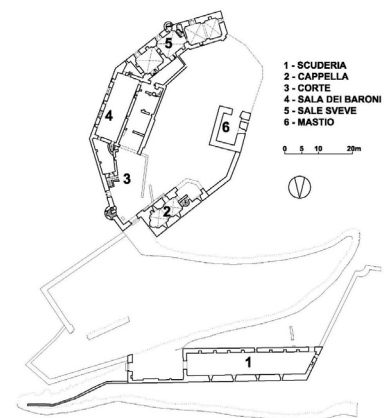
Fig. 03. The castle of Mussomeli, plan of the ground floors at different heights of the various rooms (Image by author).

Brief historical notes

Its foundation is hypothesized in the first half of the fourteenth century, following the concession with royal privilege obtained by Manfredi III Chiaramonte, for the territories of Castronovo and Mussomeli. The south-west rooms and the chapel [Spatrisano 1972] belong to the first plant, while the historical foundation of the castle is recognized to the second half of the century, which would have incorporated previous structures [Armò 1911]. In the fourteenth century the castle passed to the state property and in 1392 Mussomeli was assigned to Guglielmo Raimondo Moncada, then alternating events followed and a period of stability was reached with the ownership of the Lanza family who owned it between the sixteenth and twentieth centuries. We know that the expansion with the barons' hall and adjacent rooms [Armò 1911] belongs to the fifteenth century, while the castle was in ruins during the eighteenth century [Amico 1855]. It is certainly interesting the analysis of Salinas who observes that in this castle there are no restorations or alleged embellishments of more modern epochs [Salinas 1883]. The latter is the most relevant assumption that informs us that this military architecture has remained uncontaminated by alterations, giving us the same aspect of the last five centuries (fig. 02). The castle is made up of an external wall, which includes the stables, a more internal wall in a higher position, which includes the court, the barons' room, the Swabian rooms, the chapel, the keep. On the lower level under the barons' hall is the armory with the attached prisons and the tank system (fig. 03).

The acquisition and post processing procedures

The data acquisition of the castle took place through a 3D laser scanner, multi-image photogrammetry (SFM), a full-frame digital camera, an Autel Evo Pro 2 drone, and a 3D Matterport Pro2 structured light camera. The objectives of VR and AR were aimed at a uniform visual quality, but the differences in scales conjugated to the details [Barbera 2022], did not always allow the use of common processing procedures. The over 240 scans acquired to date with the considerable amount of data constituted an obstacle in which the relationship between quality and slenderness of the model had to be resolved. The laser scanner used is a Faro Focus Cam2 350 plus, he acquisition took place with a number of overabundant stations to cover each part. Reflective spheres were used for interiors and exteriors to ensure automatic union with the Faro Scene software, for the courtyard the union was enhanced with topographic points using a GeoMax Zenith 16 series GPS/GNSS.
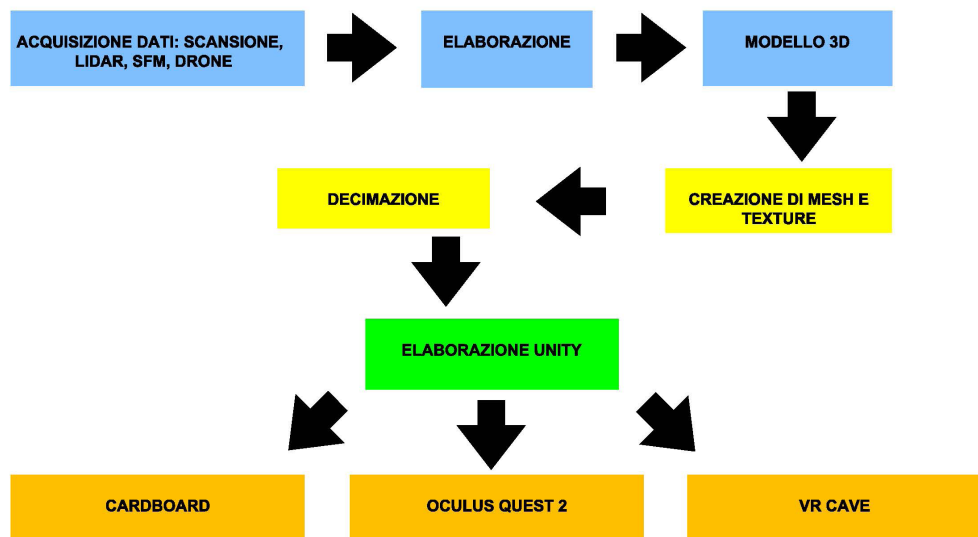
Fig. 04. Pipeline

Two large natural underground cisterns, never detected due to access difficulties, were acquired, positioned under the courtyard rooms, in one of them a barrel vault was found [3]. The registration with the other registration point clouds was strictly manual due to the difficulty of finding points in common with the other point clouds. Overall errors were contained within 16 mm for exteriors and below 3 mm for interiors. The objectives of the project are two: the priority one concerns the creation of VR and AI contents starting from 3D models, the second is intended for scientific and research contents. The scanned data for the clouds attempts to combine the two paths although the content aimed at searching requires more intensified point clouds where you can appreciate the details. The use of segmentation or decimation processes would be undeniable. But the current automatic decimation procedures, in which human intervention is not foreseen, cannot always be accepted for VR models of historical architecture, where even a single detail can have a particular value. The problem is particularly felt in wearable viewers such as oculus and cardbord. As a reference on the subject,: "Point Cloud Semantic Segmentation Using a Deep Learning Framework for Cultural Heritage" [Pierdicca et al. 2020], but also other works have shown the complexity of the problem [Matrone, Lingua 2021], which is most felt for those architectures with notable levels of detail such as religious ones.

Fig. 05. Scan of the entrance side with the access portal and on the left that of the pointed arch chapel (Image by author).
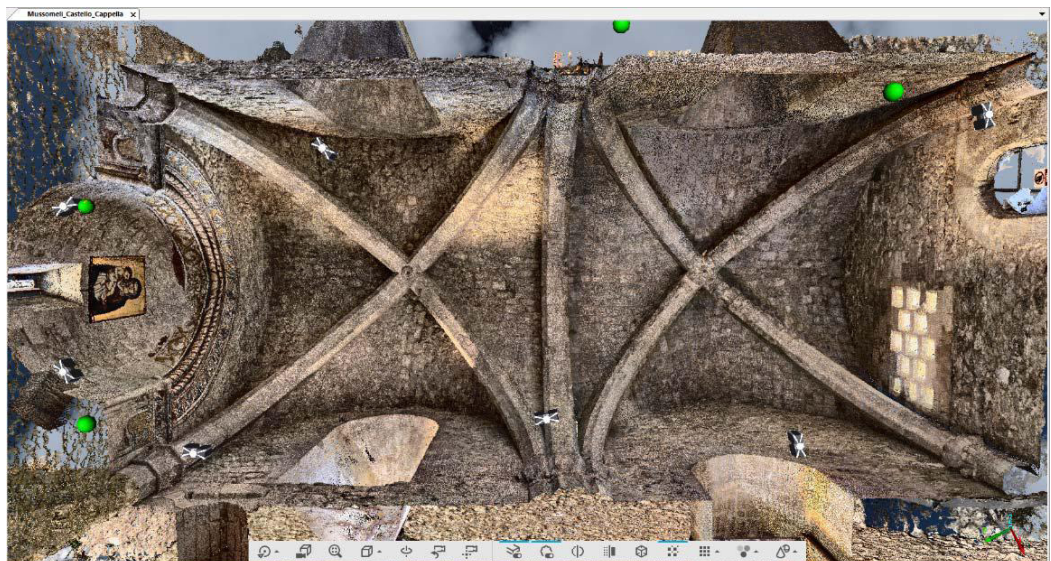
Fig. 06. Scan of the vault of the chapel with the double cross (Image by author).

The visual result linked to the quality of the details in virtual reality therefore conflicts with the amount of data. Automatic procedures do not solve the problem of the different concentration of points in the areas with more details [Griffiths, Boehm 2019].
The problem is less felt in the VR CAVE, where the fluidity is compensated by the computing power of the Workstations. Not being able to find an easy solution, we proceeded by breaking down the parts of the castle: the chapel, the armory, the hall of the barons, the court, etc. The reference was that of video games where one environment is loaded into memory at a time and as far as possible a common pipeline has been found (fig. 04).

The immersive models of VR

The models of the different environments were developed starting from the acquired data. These include the chapel with its double cross vault (figs. 05, 07), the noble part that includes the hall of the barons and the Swabian rooms (fig. 08, 09). An elaboration of a Swabian room with the Matterport Pro 2 structured light chamber (fig. 10) was also developed of this part, another elaboration of the entire group of environments was developed by one of the project partners.
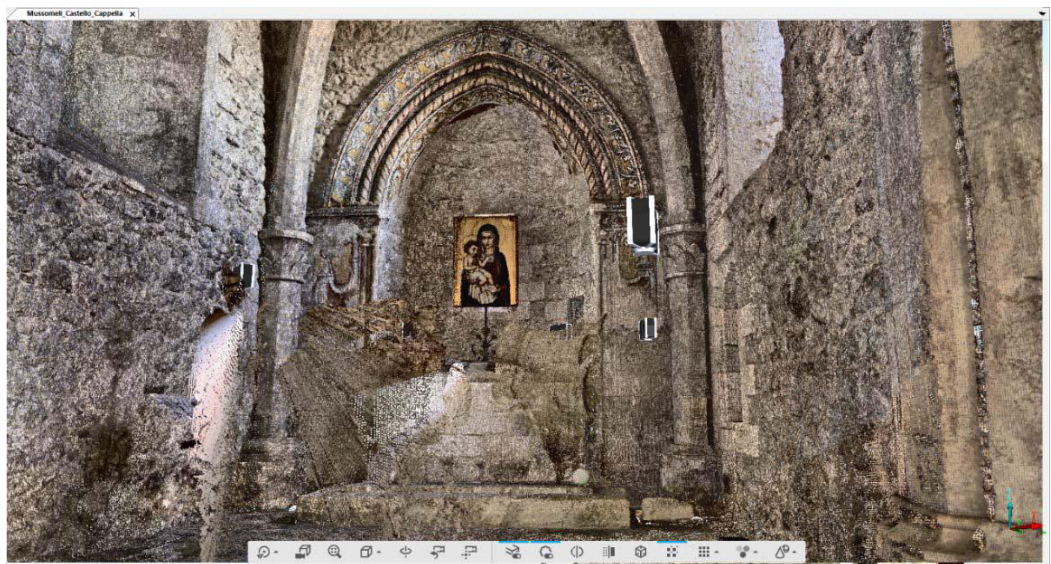
Fig. 07. Scan of the apse of the chapel (Image by author).
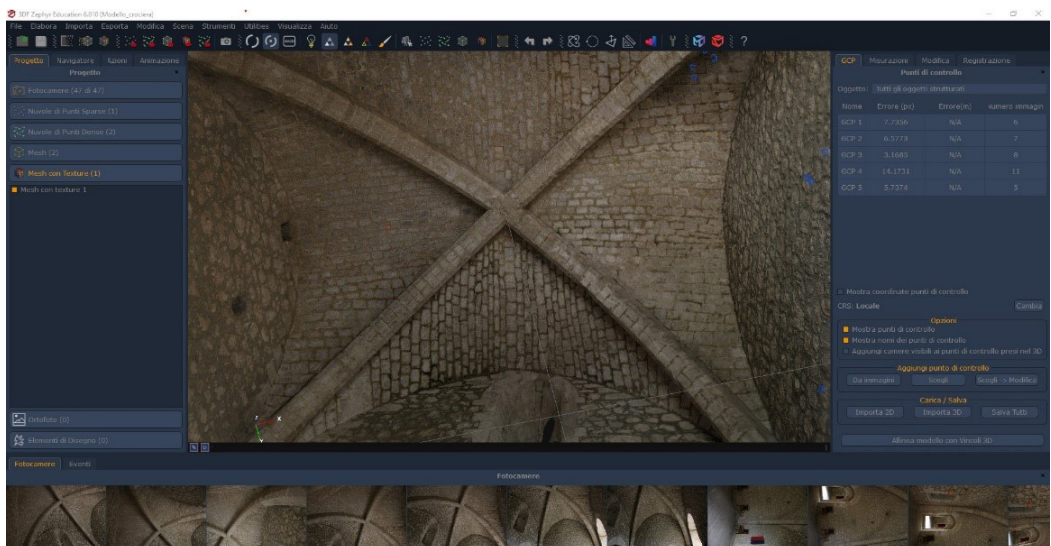
Fig. 08. 3D modelling of laser cloud and SFM with textures for VR, of the cross vault of a chamber in the noble part of the castle

Fig. 09. Cross-section of the scan along the courtyard, of the barons' hall with the arms room below, of the Swabian rooms with cruises (Image by author).

Fig. 10. Sequential images taken from the 3D model of the Matterport2 (Image by author).

Fig. 11. SFM drone model developed by Metashape (Image by author).

Various SFM models have been developed for the entire site starting from the photos with the drone, the applications used were Zephyr and Metashape (figs. 11, 12). For immersive models, Unity3D was used as a development engine for its better interaction to manage so-called assets. The 3D models have been implemented for use, aimed at mobile viewers and a VR CAVE [3]. Some aspects were dealt with rigorously, such as the difference in scale between the confined environment of the VR-CAVE and the reproduction of the real environment, as well as the management of user movements within the virtual environment. The issue is resolved through the implementation of "trigger points", placed in different positions in space and used as a device for teleportation. The optimization of the various elements such as the lights and shadows has been managed, which have been pre-compiled and resolved in such a way as to make it possible to use the application even with smartphones with limited computational capabilities, allowing a smooth experience to a greater number of users.

As far as the computational complexity of the system is concerned, it is known that it depends on the resolution of the textures, the choice of which provides an optimal, ie fluid navigation, but cannot be separated from a good level of detail. Furthermore, providing a high-level experience avoids the user from encountering the recognized problems of VR such as sickness or cybersickness, or the sensations of dizziness, disorientation or malaise caused by the delay in latency. This delay can produce a dissonance between body movements and actions in the virtual environment, generating a sense of disorientation.
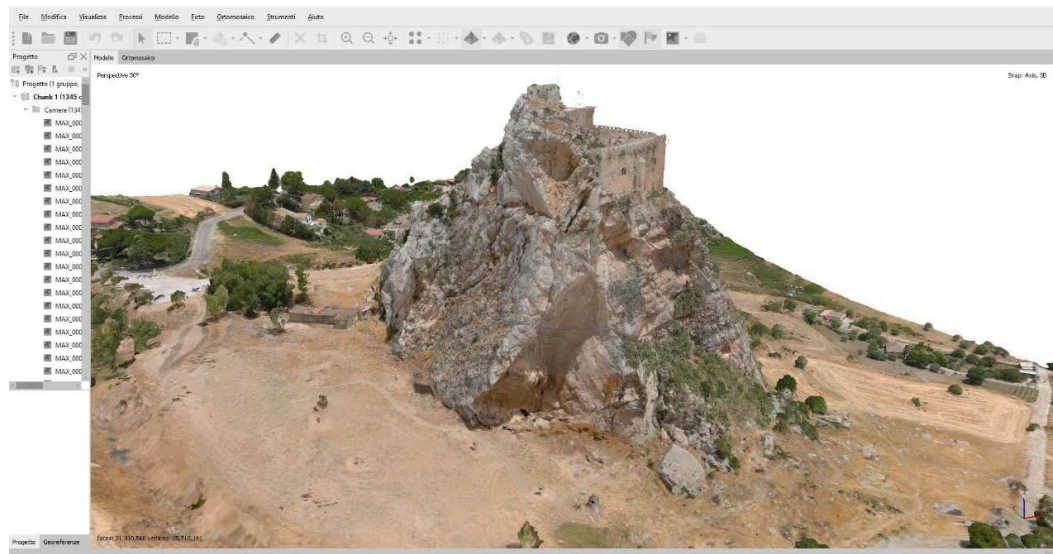
Fig. 12. SFM drone model developed by Zephyr (Image by author).

More generally, a conflict between the signals transmitted by the different sensory systems and their inconsistency with respect to the central nervous system creates perceptual difficulties, therefore the quality of the model is undeniable. The centrality of the overall control of the quality of the representation derives from this. For the Oculus Quest2, several plug-ins were used to include user movement control functions within the environment and manage interactions with other objects. The development of the VR application for the CAVE was aimed at a 3-wall CAVE. Management and synchronization takes place via two workstations. The components of the workstations allow you to synchronize the position of the individual and the virtual objects in the CAVE. The UVRPN plug-in was used for real-time management of controls and position, which simplifies the management of tracking data sent by worn devices and acquired through VRPN technology. As for the optimization of the models, the use of dedicated hardware made it possible to choose a resolution of the texture of the 3D model higher than those of the systems for Oculus and Smartphone. Among the various optimizations, the rendering of lights and shadows is calculated in real time [Barbera et al. 2022].

Conclusions

In the present work some of the results [4] of the first year of the 3DLAB-Sicilia project of the Mussomeli castle have been shown. On the project website [5] you can consult the parts already defined and soon those being defined for 3D models for VR and AI applications. Studies for the geometric modulation of the covered parts are being defined and, through AI applications, the possibility of bringing the public, scholars and students closer to the themes of recognition of the design, compositional and geometric hypotheses typical of the drawing sector. The multiplicity of processes: terrestrial photogrammetric, drone, point clouds and

applications with the Matterport pro 2 camera will be the subject of future communications and targeted work. The experience acquired so far has been the subject of some reflections. Regarding the adequacy of the technologies, it has been verified that for a quick knowledge, aimed at a wider audience, the models developed with the Matterport system are effective and communicate spatiality in an excellent way, with rapid acquisition times, Regarding the adequacy of the technologies, it has been verified that for a quick knowledge, aimed at a wider audience, the models developed with the Matterport system are effective and communicate spatiality in an excellent way, with rapid acquisition times. The only flaw for the exteriors is the difficulty of operating in the presence of sunlight, and the discretization of the model limited to the station points. The models with 3D laser scanners aimed at VR present greater fluidity and continuity, but certainly more complex in processing times, aimed for their detail and precision to more in-depth experiences by scholars. To combine and solve the two problems, a mixed mode managed via menu is being developed in the models of the project in question, where it is possible to choose to access a quick path or a path with in-depth contents such as definition of the details each interpreter of the two systems above exposed. The textures of the two scan models were analyzed and the union of the point clouds generated by matterport with those from laser scanners is being studied. In a historical phase in which new models of knowledge diffusion are expanding, the Cultural Heritage sector is experiencing a new season of initiatives and opportunities. The educational role that this sector gives to society is undeniable, both for present and for future generations. The attention already drawn by the 2005 Faro convention is always current, the technology offers an undeniable opportunity to support dissemination, validating quality through important operations such as that of Visionair. In the global phenomenon of dissemination of the contents of cultural heritage various disciplines intervene, the process of processing passes through steps of verification and control of the results, and the role of the disciplinary area of the drawing of the representation is essential for the quality control of the results visuals and graphics.

Notes

[1] http://www.infra-visionair.eu (accessed February 20, 2022)

[2] https://www.icom-italia.org/litalia-ratifica-la-convenzione-di-faro-sul-patrimonio-culturale/ (accessed February 27, 2022)

[3] The VR Cave, created as part of the 3DLAB Sicily project, is located at the Euro Mediterranean Institute of Science and Technology (IEMEST) in Palermo.

[4] Due to editorial limitations, it was not possible to show more contents of the work done, of the 240 scans and of all the parts detected.

[5] The project site is available at the web address: https://www.3dlab-sicilia.it/it_it/

Acknowledgements

This work was supported by the project "Creazione di una rete regionale per l'erogazione di servizi innovativi basati su tecnologie avanzate di visualizzazione" (3DLab-Sicilia), Grant No. 08CT4669990220, funded by Operational Program 2014-2020 of the European Regional Development Fund (ERDF) of the Sicilian Region.

References

Amico, V., (1855). *Dizionario topografico della Sicilia*, tradotto e annotato da Gioacchino di Marzo, vol. 2. Palermo: Tipografia di Pietro Morvillo.

Armò, E., (1911). Il castello di Mussomeli ed i suoi restauri. In *L'Architettura Italiana*, suppl.1, Torino.

Attademo, G. (2021). La rappresentazione dello spazio nei videogiochi. In Arena A. et al. (A cura di) *Connettere un disegno per annodare e tessere. 42°convegno Internazionale dei docenti delle discipline della Rappresentazione, Congresso della Unione Italiana per il Disegno*. Reggio Calabria 16-18 settembre 2021, pp.103-122. Milano: Franco Angeli.

Barbera R., et al. (in corso di stampa). *A Pipeline for the Implementation of Immersive Experience in Cultural Heritage Sites in Sicily. Florence HERI-TECH, The Future of Heritage Science and Technologies, International Conference*, 16-18 May 2022, Firenze (IT).

Friedrich, J. (1989). In Fronzaroli, P. (a cura di) *Le Scritture Scomparse*. Firenze: RCS Sansoni Editore.

Griffiths, D., Boehm, J. (2019). Una rassegna sulle tecniche di deep learning per la classificazione dei dati rilevati in 3D. Open access < https://doi.org/10.3390/rs11121499 > (consultato il 30 gennaio 2022).

Harari, Y.N. (2017), *Sapiens Da animali a dèi Breve storia dell'umanità*, Firenze: Giunti Editore.

Icom < https://www.icom-italia.org/litalia-ratifica-la-convenzione-di-faro-sul-patrimonio-culturale/ > (consultato il 27 febbraio 2022)

Infra Visionair < http://www.infra-visionair.eu > (consultato il 20 febbraio 2022).

Maldonado, T. (2005). *Reale e virtuale*. Milano: Feltrinelli Editore.

Matrone, F., Lingua, A. M. (2021). Tecniche di deep learning per la segmentazione semantica di nuvole di punti del patrimonio architettonico, Asita Academy 2021 < http://atti.asita.it/ASITA2021/Pdf/085.pdf > (consultato il 30 gennaio 2022).

Panofsky, E. (1961). La prospettiva come forma simbolica e altri scritti. Milano: Feltrinelli. [Prima ed. Die Perspektive als "symbolische Form". Leipzig-Berlin 1927].

Pierdicca, R., et al. (2020). Point Cloud Semantic Segmentation Using a Deep Learning Framework for Cultural Heritage. Open access. In *Special Issue "Point Cloud Processing in Remote Sensing"*. <https://doi.org/10.3390/rs12061005 > (consultato il 12 febbraio 2022).

Salinas, A., (1883). Escursioni archeologiche in Sicilia II. Mussomeli e Sutera. In *Archivio Styorico Siciliano*, VIII, pp 129-137

Spatrisano, G., (1972). *Lo Steri di Palermo e l'architettura siciliana del Trecento*, Palermo: Flaccovio Editore.

Author
Giuseppe Di Gregorio, Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura, Università degli Studi di Catania
giuseppe.digregorio@unict.it

To cite this chapter: Di Gregorio Giuseppe (2022). Tra reale e virtuale: il medievale castello di Mussomeli/Between real and virtual: the medieval castle of Mussomeli. In Battini C., Bistagnino E. (a cura di). *Dialoghi. Visioni e visualità. Testimoniare Comunicare Sperimentare. Atti del 43° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Dialogues. Visions and visuality. Witnessing Communicating Experimenting. Proceedings of the 43rd International Conference of Representation Disciplines Teachers.* Milano: FrancoAngeli, pp. 2344-2363.

 Isbn 9788835141938